

1955年7月1—5日

苏联科学院

和平利用原子能会议论文集

生物学部

1955年7月1—5日

蘇聯科學院
和平利用原子能會議論文集

——— · ———
生物學之部

科學出版社

1956年11月

1955年7月1—5日
蘇聯科學院
和平利用原子能會議論文集
生物學之部

原著者 [蘇聯]Л. А. 奧爾貝利院士等
翻譯者 張 良 誠 等
出版者 科 學 出 版 社
北京朝陽門大街117號
北京市書刊出版業營業許可證出字第061號
印刷者 北 京 新 華 印 刷 廠
總經售 新 華 書 店

1956年11月第一版 書號: 0609 字數: 237,000
1956年11月第一次印刷 開本: 787×1092 1/13
(京) 道: 1—2,250 印張: 13 2/18 插頁: 10
報: 1—3,580

定價: (10) 道林本 4.00 元
報紙本 2.80 元

內 容 提 要

本書爲 1955 年 7 月蘇聯科學院召開的和平利用原子能會議上有關生物學的論文報告彙集而成。

全書共有原子能（主要是放射性同位素）在生物學方面之利用的論文 20 篇。內容包括：示踪原子在動植物和微生物的生理生化研究中應用成果；放射性同位素的致電離輻射對動植物和微生物的作用以及防止動物受致電離輻射之傷害的研究；放射性物質對農作物產量的影響的研究等。

本書爲有關原子能和平利用之重要文獻資料，可供生物學工作者、農業科學工作者和對原子能之和平利用感興趣、特別是對放射性同位素之實際應用感興趣的其他部門的科學工作者閱讀。

目 錄

電離輻射對動物有機體的作用	Л. А. 奧爾貝里院士 (1)
電離輻射對小鼠的生育能力以及對其後裔生活能力的影響	Н. И. 努日金通訊院士、Н. И. 沙比洛、 О. Н. 彼得洛娃、О. Н. 基泰也娃 (7)
保護動物有機體免受電離輻射損害作用的研究	Э. Я. 格拉也夫斯基 (22)
論倫琴射線對動物中樞神經系統不同部位的局部作用	П. Ф. 明那也夫 (33)
電離輻射生物學作用的生物化學基礎	А. М. 庫津 (46)
致電離輻射對於蛋白質和蛋白質複合物的溶液的作用	А. Г. 帕森斯基 (58)
射線殺菌時微生物鈍化的特性	М. Н. 梅謝里、 Т. С. 列梅佐娃、Р. Д. 加里喬娃、Г. А. 梅德維傑娃、 Н. А. 波莫什尼科娃、М. Н. 莎里諾娃、В. М. 阿列克謝耶娃 (75)
核輻射對植物的作用	П. А. 烏拉修克 (89)
天然放射性物質對於農作物產量的影響	Н. Г. 熱日里 (103)
電離輻射——麥角甾醇生物合成的刺激劑	Р. Д. 加里喬娃 (112)
應用 C^{14} 及 P^{32} 研究分離葉綠體的合成功能	Н. М. 西薩江通訊院士 (119)
C^{14} 在光合作用初生產物研究中的應用	Е. А. 波伊欽科、Н. И. 查哈羅娃 (127)
藉助於光合作用而生成的有機物質中碳的分配情況	О. В. 查連斯基 (136)
放射性同位素在植物受精研究中的應用	И. М. 坡里亞科夫 (152)
應用同位素 N^{15} 研究植物的氮素營養及代謝	Ф. В. 土爾琴、М. А. 古敏斯卡婭、Е. Г. 普里舍夫斯卡婭 (160)
C^{14} 在油料植物果實生理學研究中的利用	В. Э. 朋托維奇 (174)
C^{14} 在研究酵母和乳酸菌的新陳代謝速度中的應用	И. Я. 維謝洛夫、В. М. 列瓦切娃、Э. Г. 弗羅洛娃 (185)
利用同位素研究神經興奮和抑制過程的生物化學基礎	Х. С. 科施托揚茨通訊院士、Т. М. 圖爾巴也夫、Д. Е. 婁甫金娜 (199)
藉助於放射性碳研究動物體內醣類的代謝	Б. Н. 斯切帕寧科 (209)
關於類胡蘿蔔素的作用機制類胡蘿蔔素和硫的代謝	С. Д. 巴拉霍夫斯基、И. В. 庫什聶喬娃 (221)

電離輻射對動物有機體的作用

Л. А. 奧爾貝里院士

在由於科學和技術的成就使輻射的和平利用愈來愈廣泛的現代，闡明電離輻射對動物有機體的作用的規律，是極其必要的。但是不管輻射和原子能是用於和平目的還是其他目的，這種能總要對人類和動物的有機體起作用的。

我們根據前幾年的經驗（那時候只知道倫琴射線和自然輻射性的射線），已經曉得它們對人類有機體有着各種各樣的影響。

除了上述幾種輻射之外，又發現並應用了威力強大、種類很多並且有時具有強烈作用的新的工輻射的時候，這個問題尤其重要。

醫師和生物學家必須分析這些輻射的生理作用，這不僅是爲了採取適當的技術性和物理性的防禦措施，可能時還要採取藥物性和衛生性的防禦措施，另一方面則爲了對這些輻射可能引起的疾病的治療採取相應的辦法。

研究電離性輻射對動物有機體的作用的任務，是由幾種成分構成的。大家知道，即使僅僅在中子的作用下，非生物界中所爆發的純粹物理與化學過程的情形也是多麼複雜而多樣化。但是對非生物界已經確定了的物理和化學的規律，在輻射對複雜的動物有機體起作用的時候，具體表現又如何呢？

不言而喻，立刻就會產生能不能簡單比擬的問題。當然是不可以簡單比擬的。物理和化學當中已經確定了的那些過程，在動物有機體當中雖然也應該有，但是由於有機體構造和成分的這種複雜性（這是大家都知道的），問題已複雜化了。

物理學家和生物化學家的第一個任務，是要闡明在輻射對動物有機體起作用的時候，應該顯示哪些基本的簡單的物理學規律的問題。但是在最初的物理現象之後，就發生了已經是純粹生理學性質的進一步的現象。這裏重要的是不要混淆用同樣一些字來表達的兩種概念。

我們由物理學家和化學家那兒聽到鏈鎖反應，聽到鏈鎖過程，聽到說在中子對某種原子最初的作用之下，繼而產生了一系列相互制約的過程的現象。這就是“鏈

鎖反應”。而在動物有機體當中，除了同其他的“鏈鎖反應”有關之外，還要研究：生活物質受到某種原發作用後，進一步開始表現出它的生理反應，這種生理反應是具有完全不同的性質的。所以必須注意輻射的那些原發的物理反應；注意純粹物理性質和物理化學性質的那些鏈鎖過程，這些過程在非生物界也是有的，但是這裏在很大的程度上，由於動物有機體化學成分的複雜構造和極其多樣化的性質而變得複雜化了；然後必須注意純粹生理學性質的鏈鎖反應，這些反應是由下述情形決定的，動物有機體內一切生理過程都處在一定的體系內，如果這一體系內某處發生了紊亂，接着一方面就產生了平衡缺陷的代償現象，另一方面則產生了原發變化的有致命危害的後果，形成了一定長時間的綜合症狀，這種症狀則有病演的性質。

輻射的影響雖然是各種各樣的，在不同輻射作用之下我們發現的物理作用本身雖然有不同性質，但是除了某些特點仍發生了一系列共同的現象，這些現象被描寫為長時期的有一定複雜性的疾病，而且被稱為是“輻射性病”。

這種輻射性病的病理發生是應該使我們感到興趣的，因為對某一種病的病理發生沒有正確的概念，就不可能提出合理的治療措施。

當然，必須根據全部醫學和藥理學的經驗，在治療輻射性病的時候，採用某些藥物，那怕只是為了在症狀上減輕病的進程。但是另一方面，闡明病理發生是極其重要的，這樣就有可能創造合理的治療，保證能作用於病的一定階段，以防止其進一步的發展。這一任務是極其複雜而困難的。這裏有了某種成就並且提出了一系列的理論問題。

非常明顯，從另一觀點看來這些問題也會使我們感到興趣的。像各種不同的電離輻射的作用，這樣強有力的作用，是利用新的實驗武器來深入生理過程的奧秘的最有趣的可能性之一。從這一觀點看來，對動物而且是對進化發展水平不同的不同種動物進行實驗，有着巨大的意義，這同時又是困難而迫切的任務。

必須區別兩類電離輻射：穿透性的輻射和非穿透性的輻射。

非穿透性的輻射僅僅對動物皮膚的表層起作用。輻射並不穿入有機體內，也不在內部器官中引起成為反應開始的特徵的複雜的物理和化學過程。但是如果認為非穿透性輻射對有機體是無關緊要的或者僅僅有限於表層的表面的影響，那就錯了。

應該注意到，我們身體的整個表面廣泛地分佈着各種各樣的感受器，在非穿透

性輻射作用之下，這些感受器畢竟是處在有一定變化的環境之內而可能對輻射的作用或對四周附近各層內發生的化學變化直接起反應。這種結果可能是（實際上也有）對有機體不同系統的比較複雜的反射性影響。

如果談到穿透性輻射，那末問題就複雜了，因為不僅表層而且位於較深處的器官都要受到輻射的作用，在其中發生能推動以後全部現象鏈鎖的原發過程。

必須把什麼認為是原發反應呢？

根據物理和化學我們知道，原發反應是水的分解並且形成游離的原子團，是由這些游離的原子團產生各種過氧化合物、強烈的氧化劑，即在動物有機體的無機部分內發生一系列的變化，這些變化進而對有機體的其餘部分就有化學的影響。根據生物化學，我們知道在輻射的影響之下，可能發生蛋白質變性、類脂化合物以及也可能碳水化合物變化的現象。

於是這種最初的化學的情況可以造成一種條件，使得產生具一定毒性的產物。這些有毒產物又以兩種不同的方式來影響有機體。一方面，有機體是被不同意義的感受器貫穿着的。處在反常環境中的被破壞內部器官的感受器，當它四周產生了某些過氧化合物，產生了游離原子團，聚積了離子的時候，受到這些因素的作用便可能對有機體的其他部分有反射性的影響。

但是除此之外還有血液循環和淋巴循環，有毒產物也將由這裏順着血流或淋巴的某種途徑而作用於其他器官，並在其他器官內引起相應的變化。

這裏就發生了應該如何研究輻射對動物有機體的作用的問題。應該偏重什麼，是偏重研究對個別器官，對有機體個別部分的影響，或是偏重研究對整個有機體的影響。

在這種生物學問題當中不能提出“或者——或者”的任務，這裏必須說“既”和“又”。必須既要這樣又要那樣。現在舉出下面的例子，以闡明這一點。

在文獻當中有許多處是這樣指出的：如果把身體遮住，只使肝臟部分能受照射，再用倫琴射線或 γ 射線來照射，則很難發生輻射性病，或者無論如何病也是很輕微的。而在大量能的作用之下，強烈照射肝臟部分，則其中可能發生壞死、細胞死亡的現象。

在照射整個有機體的時候，則情形完全不同。以較小劑量照射整個有機體時（照射肝臟部分用幾萬倫，而作用於整個有機體則是200—300—400倫(r)產生

很複雜的全身病，其中肝的構造和機能有一定的破壞。

莫依賽也夫 (E. A. Моисеев) 以對有機體全身作用的影響，曾經使豚鼠的肝臟發生了表現為肝脂肪變性、星狀細胞的變化以及網狀內皮系統變化的很顯著的肝的變化¹⁾。

已經完全明白了，這種器官對照射的直接反應是一回事，而在有機體全部體系內這種器官的狀況又是一回事，這時身體的其他部分對它有反射性的影響而且在身體其他部分產生的產物也要送到這裏。

當我們說到全身輻射性病情況下的肝臟損傷時，必須考慮到，在發生全身輻射性病的方面最強烈的現象，是在局部照射下產生的，不過不是照射肝臟部分，而是脾臟和腹部的下部。這件事實是早已確定而且早已熟知了的。顯然，應該這樣來理解，動物有機體方面的原發反應是淋巴組織、脾、腹腔內的腸系膜腺和其他淋巴腺的反應。大家知道，血液由這些器官經門脈系統流向肝臟。作為有機體的主要濾器的肝臟，首先受到這些有毒產物的作用。

由此便得出了非常重要的方法。

在縫合兩個有機體並且確定存在交錯血液循環的實驗中，第二個有機體並不發生第一個有機體內發生的情形，某些作者便據此來否認脾的影響。但是同時却忘記了，第一個有機體以自己的肝臟留住了受破壞代謝作用的可能有影響的原發產物。所以如果說到有機體縫合 (парабиоз)，就必須這樣縫合有機體，使門靜脈和肝的作用能够被估計到，而這點並沒有做到。

應該加以考慮的第二方面，在於說到輻射性病的發展過程時，就忽視了很重要的情況，即反射影響是以兩種方式來實現的。一方面是受刺激的區域直接對某一器官起反射作用，另一方面是對內分泌器官起反射作用，這些器官向某種方面改變其活動的性質並再影響到有機體的所有系統。

因此必須把這兩種概念區別開來：原發作用和繼發作用的概念以及某些症狀的早期表現和晚期表現的概念。

應該考慮到，每一器官、有機體內每一細胞成分的活動，具有一定的週期性，一定的週期長度，一定的節律。而且必須根據在單位時間內包含多少週期來說過程

1) 莫依賽也夫：論 γ 射線全身照射的影響之下的肝臟的變化。(奧爾貝利院士指導下完成的論文集。教育科學院出版)。印刷中。

的不穩定性大或小。每一成分都完成某種一定的生活史，而這種生活史的進行是有節律的。它是由一系列小的在較短時間內實現的小週期構成的。所以，我們可以設想，在一些組織內的過程發展非常迅速，同時其他的則將長期地“動搖着”。雖然它們的機能較晚被破壞，這並不意味它們起着繼發反應。它們可能在一開始即已受到了推動，而它們的反應却發展得很緩慢。

如果不考慮到這種情形，可能很容易就得到不正確的結論。在估計現象，在估計其因果關係時，我們應該考慮到時間因素、成分的不穩定性的因素、每一生理和生物化學過程的不穩定性的因素，也應該考慮到，有機體內在快的過程和慢的過程之間，在原發現象和繼發現象之間，相互關係是極其複雜的。

莫依賽也夫在以豚鼠進行工作的時候，發現肝臟的構造和化學成分有很劇烈的變化。但是，根據有關豚鼠營養條件的一定情況，根據含有豐富蛋氨酸的食物可能有良好的影響，他開始用含有豐富蛋氨酸的食物，即乳渣，來餵豚鼠。結果豚鼠的狀況發生了顯著的改善，輻射性病的一切表現均顯然減弱而豚鼠的存活率則提高。

但是這就使得豚鼠在經過疾病的最危險的時期後，在較晚階段表現出極其旺盛的出血性綜合症狀（геморрагический синдром）。出血性綜合症狀是輻射性病的最重要症狀之一。它通常可能不很明顯，來不及發展，因為在有機體的其他機能紊亂的影響下發生了早期的死亡。如果死亡延遲，就出現了出血性綜合症狀發展的可能性，它在晚期階段表現為通常不會看見的這種典型狀態。這時由於使過程的某一方面能夠發展所必需的時間，一定生理現象清楚地分為兩部分。

這種較晚發生的現象，也應該包括那些已不是有關直接受照射的有機體的現象，而是照射這一有機體對其後裔的影響。

我認為在這個問題上必須注意沃因諾-雅申涅茨基（А. В. Воино-Ясенецкий）進行特殊實驗時所發現的那些現象¹⁾。沃因諾-雅申涅茨基應用了涅米洛夫（Немилов）教授及其合作者卡先科（Кащенко）所創造的方法。

實驗是在冬季（這時蛙並不進行正常的排卵）以注射垂體乳劑來人為地使蛙排卵。在注射乳劑的影響之下，發生了如此完全有效的排卵，以至卵可以受精，因

1) 沃因諾-雅申涅茨基： Co^{60} 的 γ 輻射對蛙的排卵過程、受精和胚胎發育的影響。蘇聯科學院報告。新類，第 100 卷，第 2 期，1955，389—391 頁。

爲雄蛙的精子在冬季是完全有效的。由注射垂體乳劑而人工排出的卵的90%，可以受精而且能正確地發育到最後階段。

如果照射雌蛙或雄蛙，並且注射垂體物質以引起雌蛙的人工排卵，則將發生排卵、受精，並且可能將進行發育。如果雄蛙被照射，則發育將停止在較早階段。如果照射雌蛙，則發育的百分率較大。如果雄蛙和雌蛙都受到照射，則發育的停滯最爲顯著。不僅如此，如果取垂體的那些蛙是被照射過的，則它們的垂體可能引起人工排卵、受精和初期發育階段，不過發育在最初階段就已經停止了。

這一點證明，有關有機體外發育的複雜效應，接受了曾被照射的垂體的影響。垂體是原發性受害還是它是受其他器官的影響，還無法說明；不過事實是這樣的，被照射過的蛙的垂體，保留着引起排卵的能力，並不妨礙受精，但是使發育難以進行到一定階段。

這一情況非常重要。如果不對它加以考慮，它將導致非常嚴重的後果。輻射性病可能沒有可見的症狀，但是某些內分泌器官方面可能有一些現象，它們將通過一定時間的間隔來影響到後代。

能提高有機體抵抗力的一切現象，也都應該在或大或小的程度上利用來提高對輻射作用的抵抗力。

巴爾巴紹娃 (З. И. Барбашова)¹⁾ 曾經研究了對降低氧的壓力的馴化的影響；降低氧的壓力是在一個月內把動物有規則地提升到一定高度。這種馴化一方面使呼吸過程和血液循環有良好的訓練，另一方面又提高了紅血球生成，這就使有機體對缺氧有了抵抗力而且能忍受很大程度的缺氧。對某些傳染的抵抗力也提高了。如巴爾巴紹娃的研究所指出，提高了對輻射作用的抵抗力，結果降低了死亡率，減弱了輻射性病特有的一切病象，延長了生存時期。

這一情況是高度重要的，因爲在爲那些必須在或大或小程度上受到長期輻射作用的人員創造合乎衛生的保護措施時，這種因素是應該考慮到的。

以提高有機體的一般抵抗力的方式，可能獲得預防輻射性病的某些方面的手段。

(蕭前柱譯；著者：Академик Л. А. Орбели；原題：Действие ионизирующих излучений на животный организм)

1) 巴爾巴紹娃：馴化和缺氧對輻射性病的進程的影響。蘇聯科學院報告。新類，第101卷，第2期，1955，379—381頁。

電離輻射對小鼠的生育能力以及對 其後裔生活能力的影響

Н. И. 努日金通訊院士

Н. И. 沙比洛 О. Н. 彼特洛娃

О. Н. 基泰也娃

一. 緒 言

近年來,研究電離輻射對動植物有機體的影響,愈來愈多地吸引了生物學家的注意力。這種興趣不僅決定於用來認識生物構造和特性的輻射研究方法的意義,不僅決定於在醫學實踐中愈益廣泛地應用了電離輻射,而首先是決定於因利用原子能而展開的遠景。在實踐上掌握原子能的生產,已向人類提供了爲和平目的而利用原子能的可能性。這一崇高任務的解決,在建立了世界上第一個原子能發電站的我國,已經實現了。

目前人類在實際活動中,愈益頻繁地接觸到各種不同類型的輻射作用。由於原子能的生產與和平利用方面進一步的成就,直接跟原子能利用有關的人類,無疑地也將會增加。

大家都知道,電離輻射的特點之一,是它的高度的生物學活性。所以在研究各種類型輻射的生物學作用以達到確定其對有機體的影響的一般規律的目的,這一方面的巨大的而且日益增長着的興趣,是完全合理的。

上述這一類的研究,包括電離性輻射對動物(首先是哺乳類動物)的生育能力以及對它們被照射後所得後裔的存活率的作用的研究。

從發現輻射性物質和倫琴射線的時候起,研究者就非常注意這個問題的研究。無須瀏覽文獻材料,只要指出這一方面的大多數研究工作不是在哺乳類動物身上完成的,而是在其他動物並且主要是在昆蟲身上完成的。至於在哺乳類動物身上

完成的工作,則在早期研究工作中已經指出,雌性或雄性動物的生育能力是以對輻射作用高度敏感為特點的。無論是直接研究被照射動物的生育能力(奧金啓茲^[1]),或是對生殖腺的組織學研究(柏岡耶和特里邦多^[2];哈爾伯斯鐵特^[3];查雷茨基^[4])或對動情周期的研究(舒格特^[5];蓋勒^[6]),都已經肯定了這一點。

遺憾的是這些研究工作有着某些缺點:第一、早期的研究工作缺少劑量的資料;第二、輻射的生物學效果通常沒有用數量表示出來。這些缺陷在以後的實驗中在很大的程度上已經去掉了。但是在那數量不多的以哺乳類動物為研究對象的研究工作中,對於被照射的動物的生育能力,未進行足夠全面的研究。例如,研究了倫琴射線對動物的絕育作用,而沒有考慮到它們的後裔的發育和生育能力的性質或是未曾闡明生育能力恢復的規律等等。我們考慮到這種情況,便決定了進一步地研究電離性輻射對哺乳類動物生育能力的影響。

二. 一次全身照射倫琴射線對雄小鼠 的生育能力的影響

受到倫琴射線一次全身照射的,是 A 品系的 2—4 月的性成熟的雄小鼠。照射的條件如下:電壓 160 仟伏;電流強度 5 微安培;濾器:鋁 0.75 毫米 + 銅 5 毫米;焦距 40 厘米。劑量為每分鐘 15.3 倫。作用的劑量為 200 和 400 倫。

每一組實驗當中都有由未受照射的動物組成的同齡對照組。實驗小鼠和對照小鼠的飼養條件是完全相同的。

倫琴射線對雄性的絕育能力是按牠們和未受照射的雌性交配的結果來估計的。同時也曾經研究了所得後裔的胚胎發育和胚後發育。除了直接研究生育能力之外,對被照射動物的生殖腺還進行了組織學的分析。

被照射的雄性的交配率和後裔的數目 雄性生育能力的檢查是這樣進行的:(1) 照射後立即進行;(2) 隔一個月;(3) 隔三個月。通常每一個雄性都要配兩個同一品系的未被照射的雌性。受孕和產仔的所有情況都已登記。

從實驗指出,對雄性施行全身的倫琴射線照射(劑量 200 與 400 倫),使牠們的生育能力降低。這種降低首先是由於被照射的雄小鼠交配率較低。即使由試驗的雄小鼠只得到一胎也可以做為交配能力的標準。由表 1 的數字指出,雄性交配能力在剛被照射後降低不多。作用後隔一個月,則在劑量為 400 倫時雄性的交配

能力降低特別顯著。隔三個月情況有了變化,兩種實驗都和對照的沒有區別。

表1 被照射雄小鼠與對照雄小鼠的交配能力

作用的劑量 倫 (r)	照 射 後 的 時 間					
	立 即		隔 一 個 月		隔 三 個 月	
	試 驗 的 雄小鼠數	有後裔的百分率*	試 驗 的 雄小鼠數	有後裔的百分率	試 驗 的 雄小鼠數	有後裔的百分率
200	48	37.5 ± 6.99	26	76.9 ± 8.26	22	68.2 ± 9.93
400	83	42.2 ± 5.42	24	16.7 ± 7.61	21	71.4 ± 9.86
對照	56	57.1 ± 6.62	33	84.8 ± 6.25	28	75.0 ± 8.12

* 在這一試驗期內,雌鼠和雄鼠放在一起的時間只有一、二晝夜,在其他試驗期內則為一星期。

關於後裔數目的資料對說明被照射雄小鼠生育能力的降低有很大的意義。

由表2的材料可以看到,雄小鼠被照射後以及隔一個月交配所得的後代(死胎與活胎的總和)的平均數,遠小於對照組。在劑量為400倫時,這一點尤為明顯。照射後隔三個月所得的後代數,在兩組實驗中都接近了對照組。所引的材料使我們可以說明倫琴射線對雄小鼠的絕育作用,而且作用的劑量愈大,則絕育作用愈強。同時這些材料還指出,生育能力的降低帶有暫時性質,在作用之後過了一定時間,雄小鼠的生育能力便恢復起來。恢復的時間以及恢復的完全程度則決定於作用的劑量。

表2 被照射的與對照的雄小鼠每胎後代的平均數

作用的劑量 倫 (r)	照 射 後 時 間					
	剛 被 照 射		隔 一 個 月		隔 三 個 月	
	胎 數	每胎後代的平均數	胎 數	每胎後代的平均數	胎 數	每胎後代的平均數
200	33	6.1 ± 0.30	46	6.1 ± 0.28	50	6.9 ± 0.30
400	51	4.4 ± 0.23	8	3.5 ± 1.12	44	6.3 ± 0.32
對照	48	7.1 ± 0.31	46	6.4 ± 0.34	50	7.2 ± 0.33

說明受照射雄鼠所生每胎後代數減少的原因是很有趣的。這些胎內有死胎存在,使我們有根據可以認為後代數目的減少是由於胚胎在早期發育階段的死亡。文獻材料也指出了這種可能性(斯耐爾、波德門和荷倫德^[7];拉塞爾^[8])。

曾經使未照射的雌鼠跟剛被照射的雄小鼠交配。交配後第8—9天,將受孕的

雌鼠解剖，計算兩個子宮角內有生活能力和無生活能力的胚胎。表3列舉了不同發育時期每胎後代的平均數。這些材料說明，死亡的情況在胚胎發生的早期階段多於較晚階段。例如在劑量為400倫時，受孕後第8—9天以前胚胎死亡數，比第8—9天到妊娠終了胚胎死亡數大三倍。

表3 發育不同時間每胎胎兒數目平均數

作用的劑量 倫 (r)	每 窩 胎 兒 平 均 數			
	8—9 天 的 胚 胎		分 娩 時	
	總 數	有生活能力的	總 數	有生活能力的
200	8.2 ± 0.42	6.6 ± 0.63	5.7 ± 0.32	5.4 ± 0.33
400	7.4 ± 0.44	5.5 ± 0.47	4.4 ± 0.29	4.1 ± 0.30
對照	8.3 ± 0.61	7.9 ± 0.58	7.3 ± 0.33	7.3 ± 0.33

由所列舉的材料可以做出結論：被照射後的雄小鼠的後代數減少的主要原因是胚胎在胚胎發生早期階段的死亡。

被照射動物的精巢的組織學構造的分析 不少研究是有關哺乳類動物的精巢因電離性輻射而引起的損傷的詳細研究的(澤革尼捷及其合作者^[9];布魯姆^[10];艾申布倫納和米勒^[11];福格和柯文^[12];夏弗^[13])。

我們對精巢所進行的組織學分析，僅限於這種器官受輻射損傷的一般情況，這種情況可以和用雜種學分析生育能力所表現的破壞相比較。精巢的固定時間是在照射後12小時、24小時、15天、1月和3月。

我們得到的材料跟其他研究工作者的相同。照射劑量400倫後24小時，已經可以在精巢內發現精原細胞數目的減少。15天之後精小管繼續變空，而且可以看到跟作用的劑量有直接的依存關係。照射後一月固定的精巢的組織學構造是很有趣的。精小管的直徑小於對照的，而在受400倫照射的動物，這種差異要大於照射了200倫的。生殖上皮細胞的成分也着重指出了劑量有效性的差異。在劑量為200倫時，精小管在細胞成分方面是一致的。它們含有精子發生各階段的細胞，但是精子數量很少。在受了400倫的動物精巢內，精小管的構造顯然是不一致的(圖1, 2)：其中有一些只充滿了足細胞，另一些則好像照射了200倫的精小管。精母細胞沒有秩序地分散着，而不是像對照動物的那樣排成2—3行(圖1, 1)。無

論照射劑量為 400 倫或 200 倫，一個月以後精子發生都在恢復，而且在劑量為 200 倫時恢復速度比劑量為 400 倫時更快。

照射後過三個月精巢的組織學構造已接近對照的精巢。誠然在照射了 400 倫的精巢內精小管的口徑較大，這大概是由於精子細胞和精子的數量較少。

必須指出，倫琴射線對雄小鼠生殖腺的影響，不僅決定於劑量，也決定於被照射動物的年齡。科學院遺傳學研究所細胞學實驗室的多瑪雷娃 (Домарева) 曾使新生的、15 天的和 4—6 月的小鼠受全身倫琴射線照射 (劑量為 400 倫)，並且把照射後不同時間的精巢固定起來。組織學的分析指出，受損傷的深度決定於動物的年齡，或者更精確一點，決定於生殖腺發育的程度，被照射的新生動物的精巢的組織，受損最大。

圖 2 上列出了照射後隔一個月後固定的精巢切片。正如我們在顯微鏡照相上所看到的那樣，被照射的初生動物的精小管這時最空虛；其中只有一層濾泡細胞。被照射的 15 天的動物的情形則不同。一個月後大多數精小管都在恢復。誠然生殖上皮的恢復還只達到精子細胞的階段。性成熟的動物被照射後一個月，恢復過程更進了一步。在精小管內有精原細胞和精母細胞，而在某些地方還有精子。

在年齡為 15 天和 4—6 月被照射的動物的精巢的構造，照射後六個月之後跟對照動物精巢的構造很少有區別；初生時被照射的動物，雖然已進行了很久的恢復過程，但是只有 50% 的精小管已恢復。這些差別也影響到被照射雄鼠的生殖能力。照射後六個月，在年齡為 15 天和 4—6 月被照射的雄鼠當中有生殖能力的在 80% 以上，而初生時被照射的雄鼠的生殖率僅達 42%。

因此在照射的影響下精子發生所受的劇烈破壞，一方面是由於在不同發育階段上的精子形成細胞受到了損傷，另一方面則可能是由於被照射動物的精原細胞暫時喪失分裂能力而使精子發生暫時停止。

由被照射雄鼠生殖能力恢復後所得的後裔 由於組織學的分析指出，照射使精子發生中不同階段的細胞原基受到損傷，於是產生了這些損傷對正在發育中的後裔的影響問題。在早已發表的著作 (沙比洛^[14]；謝雷布羅夫斯卡婭與沙比洛^[15]；格特維格^[16]) 指出，倫琴射線的照射首先使精子的核受到破壞。

為了回答照射對生殖細胞的影響這一問題，曾經進行了專門的研究。大家知道，雄鼠副睪丸內精液貯存量，只够 4—5 次交配 (格特維格^[17])。由於以上所述，

曾經從受照射(劑量為 400 倫)的雄鼠各得到了 7—8 胎。我們既計算了每胎的總數,也計算了死胎的數量。所得結果用曲線表示在圖 3 內。該圖清晰地指出,由被照射雄鼠所得頭兩胎的數目,既小於對照的,又小於被照射雄鼠以後各胎的數目。這就使我們可以做出以下兩條重要的結論:(1) 精子發生中最敏感的階段是精子階段;(2) 在恢復過程中形成的成熟生殖細胞,不具有輻射性破壞作用的明顯痕跡。

由被照射雄鼠所得後裔數目的減少,如果是由於胚胎發生不同階段上胚胎的死亡,那末穿透性輻射破壞性作用的結果對後裔的胚後期發育有沒有影響呢? 對

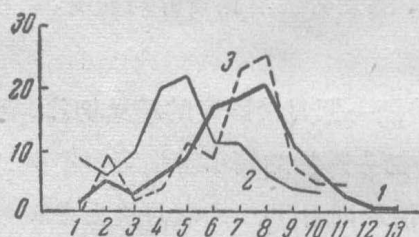


圖 3 由對照雄鼠和被照射 400 r 的雄鼠所得胎數按胎兒數目的分布

橫軸——每胎後裔數; 縱軸——胎數(%)。

1. 由對照雄鼠所得胎數; 2. 由被照射雄鼠所得的頭兩胎;
3. 由被照射雄鼠所得的以後各胎。

被照射雄鼠(劑量為 200 與 400 倫)在照射後不同時期內和未被照射雌鼠交配所得的後裔的胚後期發育,進行了專門的研究,但是並未發現任何反常現象。

三. 倫琴射線和 γ 射線全身照射

對雌鼠動情周期的影響

現在只有少數研究工作是研究輻射對動情周期的影響的。可惜這些研究所得的材料,帶有極其矛盾的性質。在某些早期的著作中曾經懷疑到倫琴射線影響動情周期進程的這件事實。比較晚期的著作中對動情周期發生破壞的時間並沒有統一的意見。例如按蓋勒^[6];庫倫德^[18];舒格特^[5]和昌德克^[19]的材料,照射後有長兩個月或二月以上的潛伏期,此後正常的周期便發生破壞。與此相反,德利普沙和福特^[20]對家鼠作的實驗,建特^[21]對豚鼠所作的實驗,則指出照射後周期即被破壞。這種矛盾使我們沒有根據說電離輻射對動情周期的作用有什麼已確定的規律。因